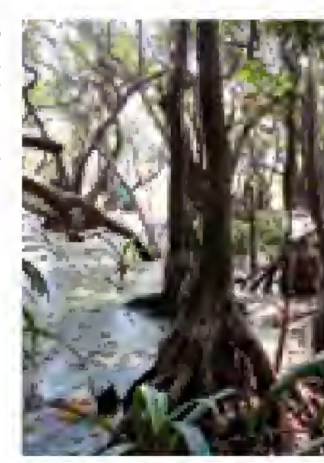


SELVAS INUNDABLES DE AGUA DULCE VALOR Y AMENAZAS.
PÁG: 7



BOSQUES DE ALGAS PARDAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO: *SARGASSUM*, UN HÁBITAT ESENCIAL.
PÁG: 12



NÚM. 108 MAYO-JUNIO DE 2013 ISSN: 1870-1760

BioDIVERSITAS

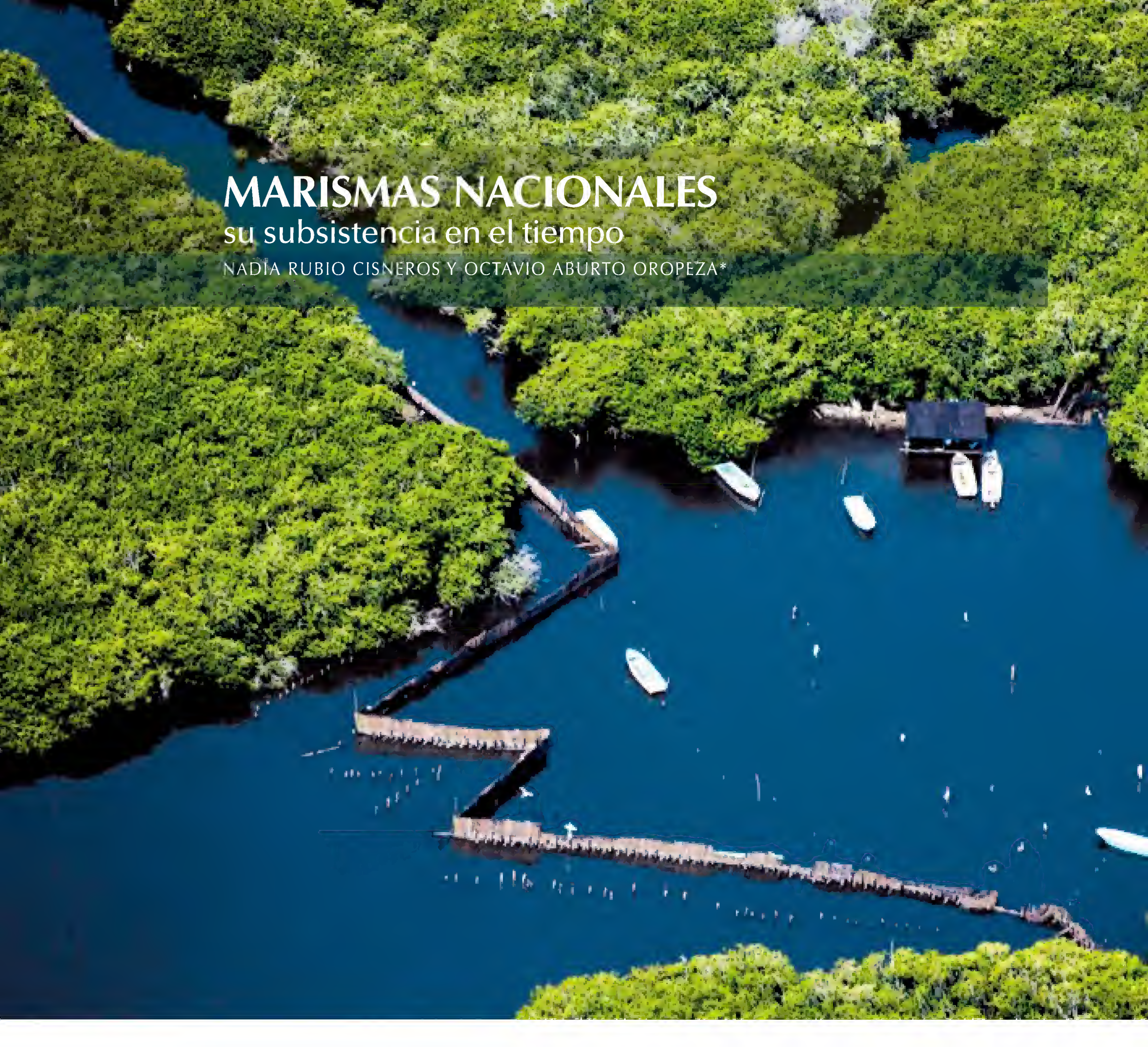
BOLETÍN BIMESTRAL DE LA COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD

MARISMAS NACIONALES

Ubicada en los estados de Sinaloa y Nayarit, es una de las regiones con mayor extensión de bosques de manglar en la costa del Pacífico americano.1 Esta región tiene suma importancia para las pesquerías costeras y oceánicas que generan significativos beneficios económicos.[2] Sin embargo, la degradación ambiental de la región ha crecido a pasos agigantados por el incremento desmedido de la explotación de recursos naturales y el desarrollo costero. Este deterioro constante se ha mantenido por las políticas económicas de corto plazo sin sustento ambiental.[3]

MARISMAS NACIONALES
su subsistencia en el tiempo

NADIA RUBIO CISNEROS Y OCTAVIO ABURTO OROPEZA*

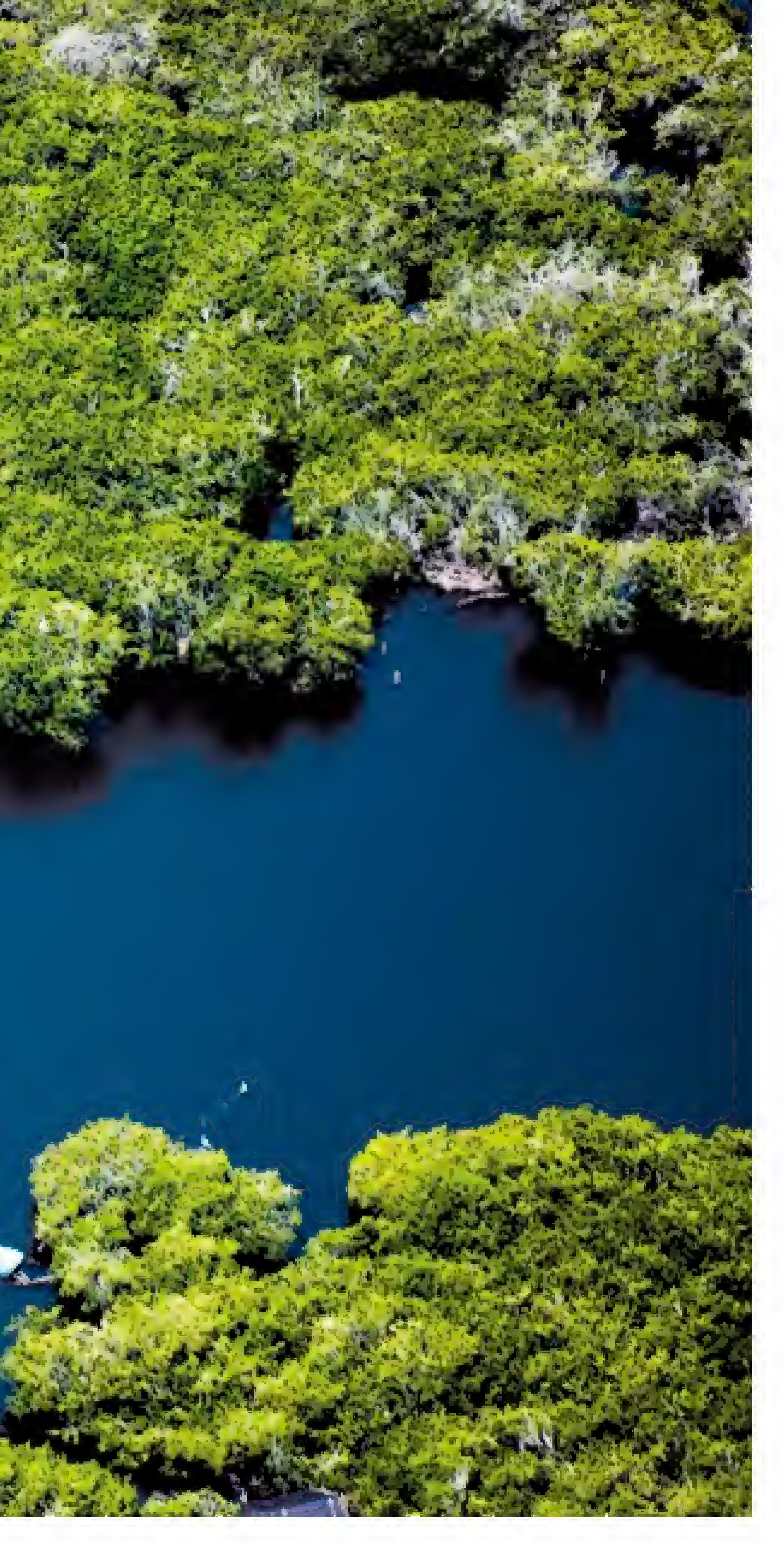


Portada:
Panorama aéreo de las características llanuras de barreras litorales, que dan protección a las diversas lagunas costeras y esteros, y que conforman Marismas Nacionales.
Foto: © Jaime Rojo

Históricamente, Marismas Nacionales ha sido un humedal con gran diversidad de recursos lagunares-estuarinos. Desde el periodo Arcaico (7000-2500 a.C.), pequeños grupos de individuos habitaban la península de Teacapan, sobreviviendo de la recolección de moluscos bivalvos.[4] Emplearon las conchas para edificar basamentos, como El Calón, construido entre 3700-1750 a.C., en el cual se emplearon más de 260 millones de bivalvos conocidos como cascos de burro (*Anadara grandis*). Este basamento de 25 m de altura es aún un misterio, ya que se construyó con organismos enteros, sin abrir, lo cual ha llevado a plantear la hipótesis de que fue un centro ceremonial.[5]

Siglos después, en el periodo Posclásico (1000 d.C. hasta la llegada de los españoles en 1523), cuando las sociedades de Aztatlán y Post-Aztatlán tuvieron su esplendor, la práctica de explotación de bivalvos de la región continuó con la presencia del pueblo indígena totorame, que ocupó la llanura costera del sur de Sinaloa y el norte de Nayarit. Contaban con un sistema mercantil a lo largo y más allá de la llanura costera hasta el valle de Casas Grandes, en Chihuahua. La explotación de peces durante este periodo no fue la excepción, como meros, pargos, robalos, bagres y tiburones. Además, existen vestigios del aprovechamiento de erizos de mar, cangrejos, tortugas, marsopas, aves acuáticas, entre otros.[6]

Datos arqueológicos demuestran que en el periodo Posclásico, alrededor de 1300 d.C., hubo un despoblamiento en Marismas Nacionales asociado a la desaparición de las poblaciones de bivalvos. En los siguientes siglos, hacia la llegada de los españoles (1523), se ha sugerido que la llanura costera se fue repoblando gradualmente y los recursos marinos



Paisaje de la pesca artesanal que muestra el bosque de manglar, las lanchas de fibra de vidrio o pangas que se utilizan para el transporte entre los canales del estero, y un tapo construido de varas de manglar, arte de pesca artesanal para camarón.

Foto: © Jaime Rojo

se recuperaron.[5] Los españoles encontraron una flora y fauna exuberantes en los ríos, estuarios, lagunas costeras y costas de la región. De inmediato, fueron maravillados por tal riqueza, lo que quedó registrado en las narraciones históricas de las expediciones que se realizaron en los siguientes siglos.[7]

Los sacerdotes franciscanos escribieron acerca de la diversidad de artes de pesca utilizadas por los pueblos indígenas. Relataban que durante las mareas bajas asociadas a las lunas, los indios pescaban con *tapos*, estructuras hechas con ramas de manglar que formaban obstáculos y servían para cernir el agua que entraba a los esteros. En los tapos se capturaban grandes peces y un número considerable de tiburones y cocodrilos. De igual forma, en los caudalosos ríos abundaban las truchas y existía una gran cantidad de agua que nutría a las marismas.[8] Cuentan que los habitantes temían a los grandes depredadores de la región, principalmente los innumerables cocodrilos que nadaban en los esteros y a los jaguares que salían de los bosques de manglar a la marisma.[8]

Durante la Conquista, la economía se basó principalmente en la explotación de los recursos mineros y la sal, la cual era indispensable en los procesos de extracción minera. Sin embargo, los recursos pesqueros fueron explotados principalmente por los indios y esclavos mulatos.[9] Con la independencia de México surgió un nuevo cambio en la región. La pesca despierta interés como sector económico y comercial. Así comienza una explotación más intensiva de los sistemas lagunares-estuarinos en la marisma.

Durante las primeras décadas de siglo XX el gobierno mexicano establece un enfoque social en las pesquerías. Las sociedades cooperativas pesqueras florecen, cumpliendo con las expectativas de producción y beneficios socioeconómicos para los pescadores ribereños. De hecho, el gobierno denomina al recurso del camarón como una especie reservada para esos pescadores. Hacia mediados de 1930 la flota industrial comienza sus actividades en el Pacífico Mexicano,[11] e inicia un periodo de destrucción masiva que si bien ha llevado el estandarte de un producto pesquero con alto valor internacional (el camarón), su pesquería en realidad ha protagonizado la degradación de los ecosistemas.

El descontrol pesquero

Diversos sucesos políticos, económicos y sociales desencadenaron una explotación excesiva durante 1950-1980. Nuevas políticas gubernamentales promovieron que los ejidatarios, dedicados principalmente a la agricultura industrial, se incorporaran a la pesca. Consecuentemente, se incrementó el número de pescadores y la sobreexplotación de recursos.[12]

En esta época también las artes de pesca se diversificaron. Las canoas con remos se convirtieron en lanchas de fibra de vidrio con motor fuera de borda (*pangas*). Los arpones con los que se pescaban grandes peces, se reemplazaron por redes de nylon, como el chinchorro. Así, comenzaron a desaparecer los cuantiosos cardúmenes de peces que habitaban las marismas. Durante los años sesenta las poblaciones de bivalvos decayeron nuevamente. Esta vez no sólo por la extracción masiva, sino, además, por la elevada mortandad de estos recursos debido al empleo de pesticidas agrícolas que se filtraban hacia las marismas desde tierras arriba.

Una década después se produjeron cambios físicos en el complejo lagunar al abrirse el Canal de

Cuautla. Sin fundamento científico, la barra costera que protegía la laguna fue abierta por el gobierno con la idea de incrementar la producción pesquera y se conectó permanentemente al sistema lagunar-estuarino con el océano. El Canal de Cuautla medía tan sólo 30 metros de ancho; hoy se ha convertido en una gran boca de cerca de 2 kilómetros de largo, y ha generado consecuencias desastrosas en los aspectos socioeconómicos y ecológicos relacionados con las pesquerías y mortandad de manglares.

Domesticación del sistema lagunar-estuarino

Desde los años cincuenta, dos décadas después del impulso que recibió la pesca de camarón, comenzó un fuerte conflicto entre la flota camaronera industrial y la ribereña, principalmente por las zonas y las artes de pesca que realizan ambas flotas. El conflicto se ha intensificado al perderse el carácter social de la pesca. En la actualidad, las cooperativas pesqueras comienzan a decaer por la baja en la producción, hay pocas ganancias, se ha incrementado el numero de socios (pescadores), lo que repercute en una desorganización y abuso de poder, entre otros conflictos sociales.[11, 13] Hacia finales de los ochenta, sin el camarón reservado para los pescadores ribereños, los subsidios gubernamentales para la pesca se incrementaron y las políticas de pesca del camarón favorecieron a la flota industrial. Se generó en los esteros un escenario de "libre acceso", donde se pesca sin restricción. Además, las quebrantadas cooperativas subsisten vendiendo directamente a intermediarios sin obtener buenas ganancias. Sin poder aceptar nuevos socios, se ha generado una creciente población de pescadores ilegales (conocidos como "pescadores libres") y un mercado negro bien organizado, integrado por los pescadores y sus comunidades, los intermediarios y las autoridades.[12]

La pesquería de camarón ha llegado a límites que no habían sido previstos, desatando efectos de realimentación negativa en todo el ecosistema. Los pescadores comenzaron a pescar con cebos artificiales, que son alimentos balanceados para cría de animales; la "purina" sirve de alimento para cerdos y es la más utilizada (el nombre proviene de la marca del alimento), de ahí que se conozca esta práctica como "purineo".[14] El público general sabe poco de su uso y las autoridades generalmente lo evaden o niegan. En esta última década, periódicos regionales y nacionales han publicado casos de intoxicación en personas relacionados con la purina. Las leyes de Pesca y de Protección Ambiental sancionan su empleo, ya que es un delito federal utilizar sustancias tóxicas que dañen el ambiente.[14] Los alimentos balanceados que se suministran a los organismos no se asimilan por completo, por lo que una fracción significativa de los compuestos de carbono, nitrógeno y fósforo permanece en el ambiente, genera un exceso de materia orgánica y origina condiciones anaeróbicas en toda la marisma.[15]

El empleo de redes con un tamaño de luz de malla no autorizada y el uso de venenos, como el cianuro, han proliferado también. Las redes capturan peces juveniles e incidentalmente a otras especies (tortugas marinas o tiburones pequeños). A largo plazo, se han visto los efectos de esta devastación al disminuir la biodiversidad y las capturas de otras pesquerías.[16] Se



Un pescador artesanal recolecta con "cuchara" la pesca del día en un tapo. Según encuestas realizadas, se ha registrado una reducción de capturas en las últimas décadas.

Foto: © Octavio Aburto



recurre más al uso de cianuro para la pesca durante la época de seca, cuando las marismas no reciben agua dulce y coincide con la veda del camarón. Se utiliza el veneno para capturar peces. La actividad y los efectos son poco conocidos, y los pescadores hacen referencia a esta pesca ilegal cuando afirman que "enhiervan" el agua. Mencionan que todos los animales mueren, el agua se pone cristalina y pueden pasar de uno a tres años para que vuelvan a observarse peces en un sitio enhiervado.[17]

Un círculo vicioso ecológico-social

En Marismas Nacionales se ha creado y evolucionado un círculo vicioso asociado a la sobreexplotación de recursos naturales y a la subsistencia de comunidades pesqueras. La degradación de toda la marisma ha ido desde la explotación de los grandes depredadores hasta el aprovechamiento desmedido de herbívoros, como tortugas marinas. El clímax de este círculo vicioso ha sido la pesquería de camarón. Así como la proliferación de cucarachas representa la degradación de un ecosistema terrestre contaminado, los camarones lo son para los ecosistemas marinos, ya que son el enlace más bajo en la red alimenticia. Sin embargo, este recurso históricamente ha generado atractivas ganancias económicas y gran demanda en el mercado internacional. Marismas Nacionales se ha convertido en la "granja acuícola" más grande de todo México; un ecosistema domesticado para incrementar las capturas de un solo recurso. Ecológicamente, la productividad de la región no sería suficiente para generar tal cantidad de camarón. Se ha fomentado la conciencia de que el objetivo es pescar más, sin importar cómo se pesque. Este círculo vicioso no está sustentado en la ignorancia. Encuestas realizadas a pescadores revelan que conocen la ecología de las especies y su rol ecológico en las marismas; además, saben bien de los beneficios ecológicos de mantener saludables la laguna y sus bosques de manglar.[17]



La pesquería de camarón ha sido la más preciada a lo largo de la historia pesquera de Marismas Nacionales. Su importancia socioeconómica se incrementó a partir de la segunda mitad del sigo XX.

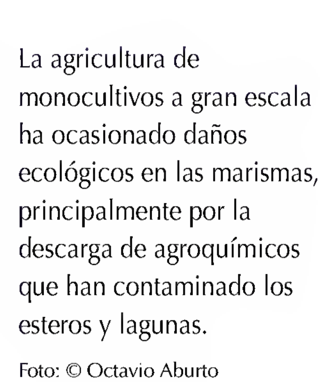
Foto: © Octavio Aburto

Es evidente que Marismas Nacionales ha perdido gran parte de la riqueza ecológica que alguna vez maravilló a los conquistadores españoles. Esta región ha subsistido a lo largo de los siglos a la explotación de sus recursos naturales, a la modificación de su paisaje y a la alteración del flujo de sus caudales de agua dulce. La pregunta es ¿hasta cuándo subsistirá?

El destino de un gran humedal

Marismas Nacionales sigue siendo la región con mayor extensión de bosques de manglar en el Golfo de California. Esta región forma parte de la lista Ramsar de humedales de importancia internacional y fue declarada Reserva de la Biosfera por el gobierno mexicano en 2010. Es urgente comenzar a identificar y actuar contra las actividades que resultan nocivas para mantener este gran humedal. Es necesaria la implementación de acciones en distintos niveles de la sociedad (pescador, comunidad, gobierno, sociedad civil) para erradicar los círculos viciosos que se han creado por los mercados especulativos de corto plazo. Las comunidades que viven en Marismas Nacionales no mejorarán su calidad de vida si los humedales siguen degradándose. Sin una visión de conservación a largo plazo, no se podrán romper los círculos viciosos que han devastado los ecosistemas y la calidad de vida de las comunidades costeras.





La agricultura de monocultivos a gran escala ha ocasionado daños ecológicos en las marismas, principalmente por la descarga de agroquímicos que han contaminado los esteros y lagunas.

Foto: © Octavio Aburto



El Canal de Cuautla, creado artificialmente en 1972. En la actualidad, conecta directamente el sistema lagunar estuarino con el Océano Pacífico.

Foto: © Jaime Rojo

Bibliografía

[1] Flores-Verdugo, F.G. 1997. "The Teacapan-Agua Brava Marismas Nacionales Mangrove Ecosystem on the Pacific Coast of México", en Kjerfve, B., L.D. La Cerda y E.S. Diop, (eds.), *Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa*. París, UNESCO, pp. 35-46.

[2] Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray y E. Sala. 2008. "Mangroves in the Gulf of California Increase Fishery Yields", en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105: 10456-10459.

[3] Enríquez-Andrade, R., G. Anaya-Reyna, J.C. Barrera-Guevara, M.D. Carvajal-Moreno, M.E. Martínez-Delgado, J. Vaca-Rodríguez y C. Valdés-Casillas. 2005. "An Analysis of Critical Areas for Biodiversity Conservation in the Gulf of California Region", en *Ocean and Coastal Management* 48: 31-50.

[4] Mountjoy, J.B. 1976. *Pre-Hispanic Culture History and Cultural Contact on the Southern Coast of Nayarit, México*. Tesis de maestría de Southern Illinois University, Carbondale.

[5] Shenkel, J.R. 1974. *Cultural Adaptation to the Mollusk a Methodological Survey of Shellmound Archaeology and a Consideration of the Shellmounds of the Marismas Nacionales, West México*. Buffalo, State University of New York.

[6] Bell, B. 1974. *The Archaeology of West México. West Mexican Society for Advanced Study, Ajijic, Jalisco, México*. Texas, West Mexican Society for Advance Study.

[7] Anguiano, M. *Nayarit: costa y altiplanicie en el momento del contacto*. México, Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Antropológicas.

[8] La Mota y Escobar, A.D. 1940. *Descripción geográfica de los reinos de Nueva Galicia, Nueva Vizcaya y Nuevo León: por... Alonso de La Mota y Escobar*. Introducción por Joaquín Ramírez Cabañas. México, P. Robredo.

[9] Navarro García, L. 1992. *Sonora y Sinaloa en el siglo XVII*. México, Siglo XXI editores.

[10] Cifuentes-Lemus, L. y F. Cupul-Magana. 2004. "Un vistazo a la historia de la pesca en México: administración, legislación y esfuerzos para su investigación", en *Ciencia Ergo Sum* 9: 111-118.

[11] Ponce Conti, Y. 2007. "Pesca ribereña: cooperativas y sustentabilidad del camarón en Sinaloa", en A. Liedo Galindo, M.L. Cruz-Torres y R.E. Morán Angulo (eds.), *Pesca, medio ambiente y sustentabilidad en Sinaloa*. Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa.

[12] Vásquez León, M. 1994. "Avoidance Strategies and Governmental Rigidity", en *Journal of Political Ecology* 1: 67.

[13] McGoodwin, J.R. 1980. "Mexico's Marginal Inshore Pacific Fishing Cooperatives", en *Anthropological Quarterly* 53: 39-47.

[14] Beltrán, P.R. y L.S. Retamoza. 2003. "Evaluación del uso de purina en la captura de camarón en la laguna El Caimanero, Sinaloa, México", en *Informe de investigación*. México, Instituto Nacional de la Pesca. Dirección General de Investigación en Evaluación y Manejo de Recursos Pesqueros.

[15] Páez-Osuna, F., S.R. Guerrero-Galván y A.C. Ruiz-Fernández. 1999. "Discharge of Nutrients from Shrimp Farming to Coastal Waters of the Gulf of California", en *Marine Pollution Bulletin* 38: 585.

[16] Amezcua, F., J. Madrid-Vera y H. Aguirre. 2009. "Incidental Capture of Juvenile Fish from an Artisanal Fishery in a Coastal Lagoon in the Gulf of California", en *North American Journal of Fisheries Management* 29: 245-255.

[17] Rubio-Cisneros, N., O. Aburto Oropeza, J. Jackson y E. Ezcurra. 2012. "Recovery of Coastal Ecosystems in the Gulf of California: The Need of Breaking 'Vicious Circles' in Social-Ecological Systems", conferencia presentada en la 50th ECSA Conference: *Today's Science for Tomorrow's Management*, Venecia, junio de 2012.

* Instituto de Oceanografía Scripps, La Jolla, California; nrubio@ucsd.edu



SELVAS INUNDABLES DE AGUA DULCE

Valor y amenazas

JOSÉ LUIS MARÍN MUÑIZ[1]
Y MARÍA ELIZABETH HERNÁNDEZ ALARCÓN[2]

Las selvas inundables de agua dulce son ecosistemas de humedales dominados por árboles que crecen adaptados a condiciones de inundación de forma temporal o permanente.[1] Este tipo de comunidades arbóreas se localizan principalmente en las planicies inundables de ríos, esteros y a orillas de lagunas tropicales y subtropicales. Cuando el agua de las lagunas o esteros tiene cierta concentración de sal, la zona de borde de dichos ecosistemas es dominada principalmente por árboles de mangles, especies adaptadas a sobrevivir bajo condiciones de salinidad. Cuando las concentraciones de sal tienden a desaparecer y domina el agua dulce entonces se desarrollan especies como el apompo (*Pachira aquatica)*, el palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*), o las higueras (*Ficus insipida)*, especies características de selvas inundables de México.[2, 3] En el sureste de Estados Unidos las especies dominantes de selvas inundables de agua dulce son el ciprés de los pantanos (*Taxodium distichum*) *y el tupelo (Nyssa aquatica*).[1] La entrada de agua dulce a las selvas inundables es el resultado de precipitaciones fluviales, del caudal de los ríos y de los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, que también aportan nutrientes al ecosistema.

Características de árboles de selvas inundables de agua dulce

Los árboles de selvas inundables crecen de 10 hasta 30 m de altura y poseen adaptaciones específicas con las que viven bajo condiciones continuamente inundadas, es decir, en ausencia de oxígeno. Las principales adaptaciones de estos árboles son los pneumatóforos y contrafuertes.[1, 4]

Los pneumatóforos son órganos del sistema de raíces que sobresalen del suelo en forma vertical o arqueada a una altura promedio del nivel de agua que prevalece en el sistema. Los cipreses y tupelos son árboles que producen pneumatóforos.

Los contrafuertes son prolongaciones laterales y comprimidas del tronco que llegan a alcanzar hasta un metro de altura sobre el suelo. Los contrafuertes o raíces hinchadas, como también se les ha llamado, crecen hasta una altura a la que el tronco del árbol

Selvas inundables de agua dulce en la zona costera La Mancha, Veracruz.

Fotos: © J. Luis Marín Muñiz y Miguel Vázquez

se inunda por lo menos temporalmente, ya que se ha sugerido que se desarrollan como respuesta a la aireación del tallo hacia la raíz debido a la escasez de oxígeno y como forma de anclaje al suelo que, por estar comúnmente inundado, es lodoso. Las higueras y apompos son ejemplo de árboles que presentan contrafuertes.

Tanto los pneumatóforos como los contrafuertes poseen un tejido aerenquimoso, el cual se asemeja a una esponja o a una bola de algodón en cuanto a que presentan espacios de aire que sirven para absorber oxígeno. Estas adaptaciones funcionan como un medio de entrada de oxígeno cuando los suelos permanecen inundados.



Raíces superficiales y ensanchadas, mejor conocidas como contrafuertes, de árboles de anona, *Annona glabra*.



Importancia de las selvas inundables

Estos ecosistemas, al igual que otro tipo de humedales, son importantes por los múltiples servicios ambientales que proveen:

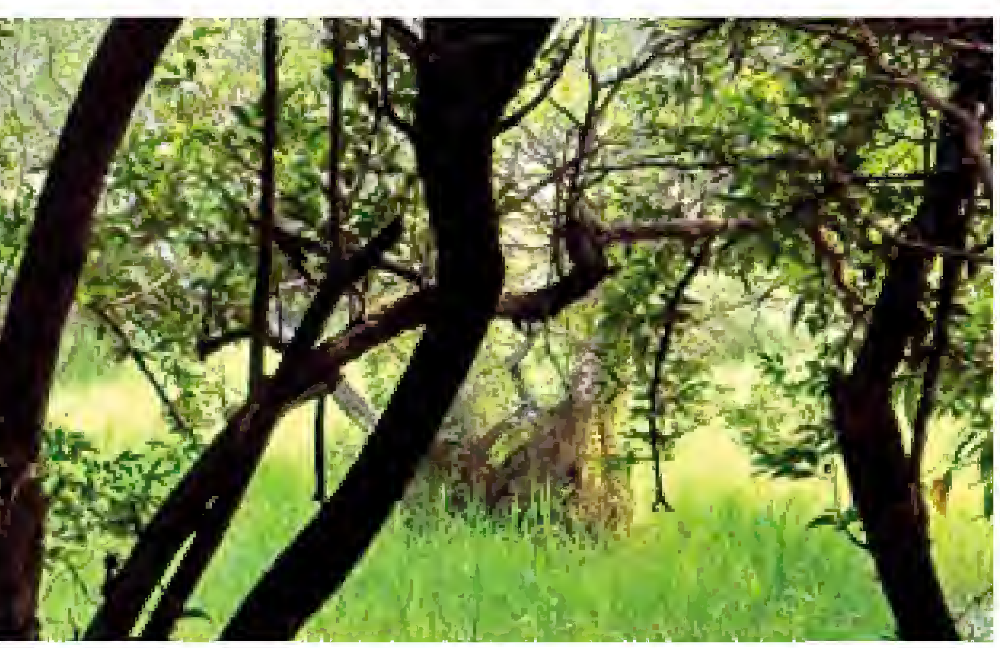
1) Brindan refugio a una gran variedad de fauna acuática, terrestre y de aves, y sirven como un corredor de migración principalmente para estas últimas.
2) Son el hábitat donde se desarrollan especies que sirven como: materia prima para construcción (madera), recursos alimenticios (peces y frutos), medicinales (hojas, rama, corteza de árboles) y ornamentales (frutos, plantas): todos éstos como resultado de los procesos químicos y biológicos de los humedales.
3) Son zonas de belleza escénica y sirven para actividades recreativas y de educación,
4) Regulan procesos ecológicos esenciales para la vida. Ejemplo de ello son los ciclos hidrológicos y de carbono.
5) Protegen la zona costera ante fenómenos naturales como tormentas y huracanes.

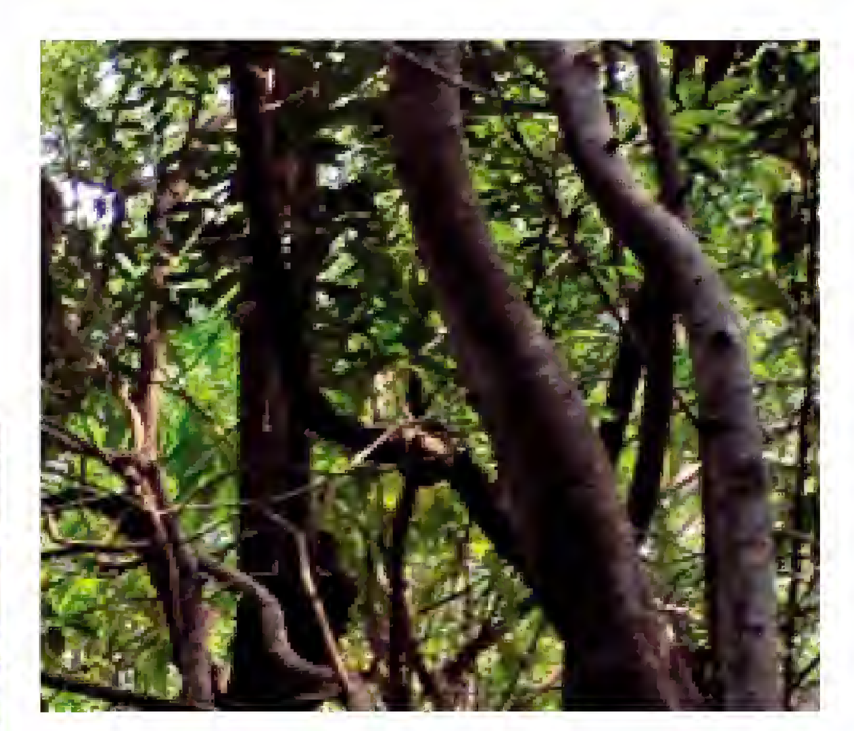




Selvas inundables de agua dulce en el estado de Veracruz

En las planicies costeras de Veracruz se han identificado diversas zonas de selvas inundables. El área exacta de selvas inundables en México no ha sido inventariada, tan sólo en la región costera del estado de Veracruz se han caracterizado áreas de selvas inundables de agua dulce de norte a sur del estado, en los municipios de Tecolutla, Vega de Alatorre, Actopan, Jamapa y Alvarado,[3] en donde árboles de anona (*Annona glabra)*, apomos (*Pachira aquatica)* e higueras *(Ficus insipida)* han sido dominantes. En la llanura costera norte del municipio de Tecolutla (96º 56′a 96º 50′O y 20º 13′N) se encuentra Ciénega del Fuerte, una zona de humedales de agua dulce, principalmente arbórea, sujeta a conservación ecológica. Las especies de árboles más comunes Las especies de árboles más comunes en Ciénega del Fuerte son negra jorra (*Acrostichum aureum*), corcho o anona (*Annona glabra*), amate o higuera blanca (*Ficus insipida*), hibisco marítimo (*Hibiscus tiliaceus*), apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*), granadillo o guamichi (*Pithecellobium disciferum*, *Pithecellobium erythrocarpum*) y espinillo (*Randia aculeata*), este sitio es considerado como una de las zonas de humedales más importantes del estado de Veracruz.[5] Alberga también una gran cantidad de fauna acuática como cangrejos (*Portunus spinicarpus*, *Grapsus grapsus* y *Mithrax forceps*), huachinangos (*Lutjanus campechanus*), langostinos (*Macrobrachium acanthurus* y *Macrobrachium carcinus*) y sábalos (*Megalops atlanticus*), así como una gran cantidad de garzas blancas (*Ardea alba*, *Bubulcus ibis* y *Egretta thula*), reptiles (*Crocodylus moreletii*) y mamíferos como la nutria de agua (*Lutra longicaudis*).









Amenazas para las selvas inundables

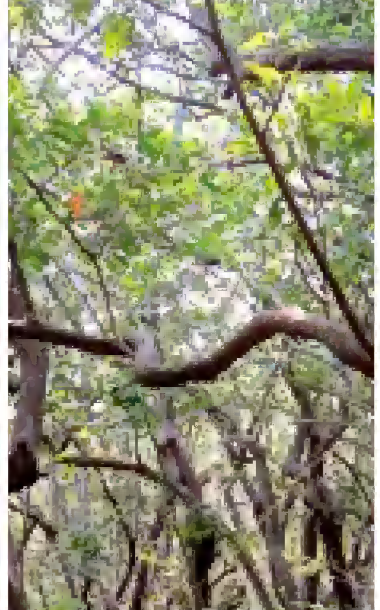
A pesar de las múltiples funciones de los humedales, que resultan en beneficio para el ser humano, somos nosotros quienes a través de nuestras diversas actividades hemos alterado y modificado drásticamente dichos ecosistemas. Las principales actividades antropogénicas que han dado pie a la pérdida de humedales son la tala excesiva, contaminación y el cambio de uso de suelo. Entre las modificaciones de uso del suelo destaca el relleno de humedales para la construcción de viviendas, centros comerciales o desarrollos turísticos, y la transformación de humedales a potreros.[1,4,5]

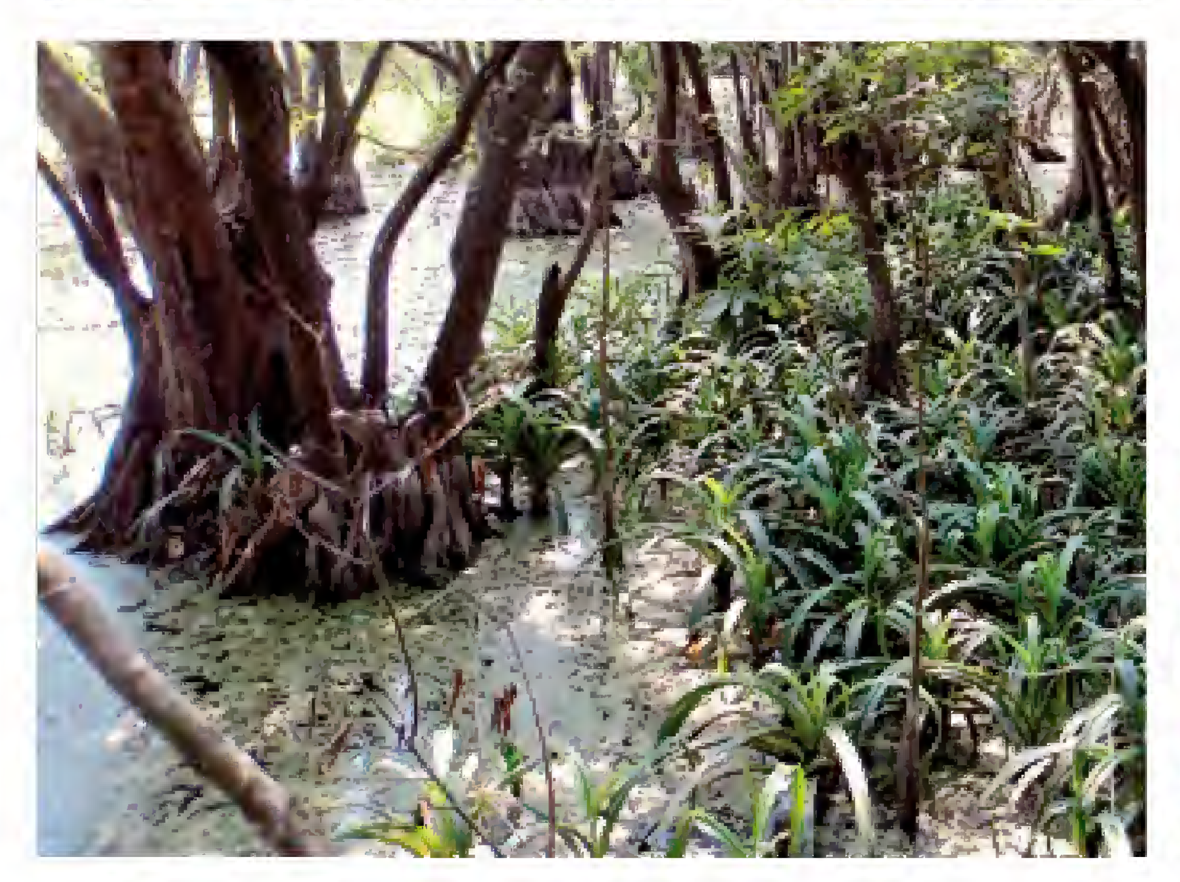
Conversión de suelos de selvas inundables de agua dulce a potreros

El cambio de uso de suelo de selvas inundables de agua dulce a potreros es una situación preocupante, ya que cada vez son menos las áreas de selvas inundables de agua dulce que se identifican por su conversión a potreros. Dicha conversión inicia con la necesidad de ganaderos y rancheros de tener más área para dejar crecer pasto para su ganado. Para tal efecto, se deseca el suelo y se talan los árboles, por lo que grandes cantidades de carbono —que estaba siendo fijado en los árboles como resultado de la fotosíntesis o que estaba siendo almacenado o secuestrado en el suelo, resultado de la lenta descomposición de materia orgánica por ser sitios saturados de agua— son liberadas nuevamente a la atmósfera en forma de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono o gas metano que contribuyen al incremento de la temperatura global. Además, existen poblaciones cercanas a los ecosistemas de humedales que en temporada de lluvias o huracanes son vulnerables a la inundación, ya que éstos sirven como zona de amortiguamiento; también el impacto de los huracanes puede ser mayor pues los humedales funcionan como barrera ante esos fenómenos naturales.

Selva inundada aun en temporada de secas. La entrada de agua es principalmente subsuperficial.







Contaminación de las selvas inundables

La contaminación de las selvas inundables es una situación que altera de forma significativa el equilibrio del ecosistema. El uso excesivo de agroquímicos para el manejo de cultivos es una amenaza latente para las selvas inundables de agua dulce, ya que muchos de los cultivos se encuentran cercanos a ríos, arroyos y diversos escurrimientos, a los que los fertilizantes son arrastrados durante los periodos de lluvia. Aunque los humedales contribuyen de forma natural en la mejora de la calidad del agua, cuando hay un exceso de contaminantes éstos pueden alterar el servicio ecosistémico de las selvas inundables. Otra vía de contaminación son los drenajes industriales y de comunidades cuyo desemboque va directamente a ríos que llegan a las zonas de humedales.

Cuando las zonas de humedales son desecadas o contaminadas se disminuye el hábitat de las especies de peces que utilizan los sitios como zonas de crecimiento y desove, así como el de las aves residentes o migratorias. La pérdida de humedales está vinculada con la disminución de los beneficios de las funciones que éstos desempeñan y que resultan en servicios ambientales en beneficio de los seres humanos.



¿Qué falta hacer para evitar la pérdida de selvas inundables de agua dulce?

Por los múltiples servicios ambientales que las selvas inundables de agua dulce proveen, resulta pertinente que los residentes locales —los principales usuarios de esos ecosistemas— conozcan bien las funciones ecosistémicas de las selvas inundables y las repercusiones por el mal uso de los mismos y que se les involucre en la toma de decisiones para la conservación de humedales. También es importante que se tomen en cuenta a los pobladores que habitan en zonas contiguas a los humedales cuando se planteen programas de educación ambiental para la conservación de humedales, se investiguen las necesidades, los problemas locales, las inquietudes y los intereses de los usuarios como un paso inicial para la elaboración de las estrategias educativas. Por la constante disminución de áreas de selvas de inundables de agua dulce y la importancia ecosistémica que estos sitios desempeñan, resulta prioritaria la creación de planes para su manejo y la aplicación de políticas orientadas a la conservación de los mismos, como podría ser el pago por servicios ambientales de las selvas inundables, programa establecido principalmente para bosques de zonas no inundables.

Bibliografía

[1] Mitsch, W.J., y J. Gosselink. 2000. *Wetlands*. Tercera edición. Nueva York, John Wiley & Sons.

[2] Ascencio R.J.M. 1994. *Estructura y composición florística de una selva baja inundable de* Pachira aquatica Aubl. *(Apompal) en Ogarrio, Huimanguillo, Tabasco, México.* Tesis. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Tabasco.

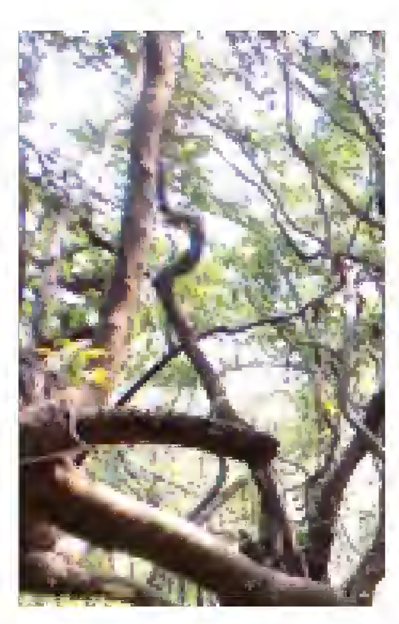
[3] Infante D., P. Moreno Casasola, C. Mader Vega, G. Castillo Campos y B. Warner 2011. "Floristic composition and soil characteristics of tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of Mexico", en *Forest Ecology and Management* 262: 1514-1531.

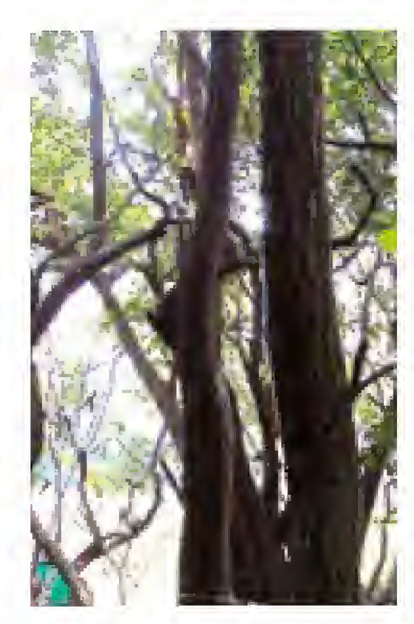
[4] Moreno Casasola, P., y D.M. Infante 2009. *Manglares y selvas inundables*. Xalapa, Instituto de Ecología/CONAFORT/OIMT.

[5] Rodríguez, Ernesto, *et al*. 2011. *Atlas de los espacios naturales protegidos de Veracruz*. Gobierno del Estado de Veracruz/Secretaría de Educación del Estado de Veracruz/Universidad Veracruzana/Centro de Investigaciones Tropicales.

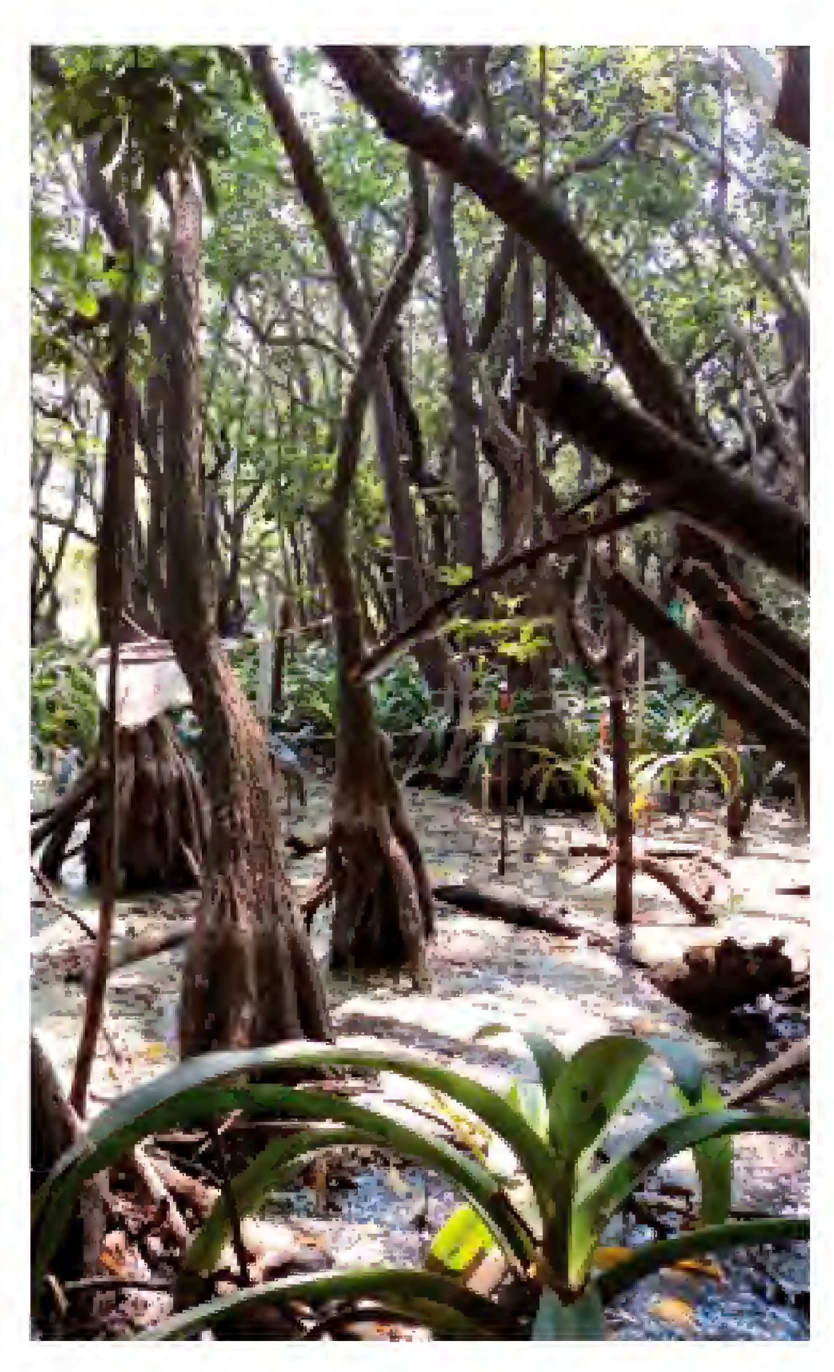
[1] Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana; soydrew@hotmail.com

[2] Red de Manejo Biotecnológico de Recursos, Instituto de Ecología, A.C.; elizabeth.hernandez@inecol.edu.mx









Selva baja inundable de anona, *Annona glabra,* con árboles de entre 8 y 15 m de altura.

BOSQUES DE ALGAS PARDAS

en el Golfo de California: *Sargassum*, un hábitat esencial

ALVIN NOÉ SUÁREZ CASTILLO,[1]* RAFAEL RIOSMENA RODRÍGUEZ,[1] MARIO ROJO AMAYA,[2] JORGE TORRE COSIO,[2] RODOLFO RIOJA NIETO,[3] AMY HUDSON WEAVER,[3] TAD PFISTER,[4] GUSTAVO HERNÁNDEZ CARMONA,[5] GUSTAVO HINOJOSA ARANGO,[6] OCTAVIO ABURTO OROPEZA[6] Y ANA LUISA FIGUEROA CÁRDENAS[7]



Panorámica aérea de los bosques de *Sargassum* en Isla Tiburón, Golfo de California, donde habita una gran riqueza de especies marinas.
Foto: © Thor Morales/COBI, A.C.

Panorámica submarina de peces asociados a bosques de sargazo, algunos de ellos de importancia comercial.
Foto: © Alvin Suárez/CICIMAR-IPN

Un grupo de algas marinas pardas, generalmente el componente más notable de la flora marina en el litoral costero del Golfo de California, está recibiendo especial atención de científicos, organizaciones de la sociedad civil y dependencias del gobierno, quienes evalúan la importancia de su presencia para la conservación de la biodiversidad y pesquerías. *Sargassum*, mejor conocido como sargazo, forma extensos bosques que desempeñan un papel clave en el suministro de alimentos y refugio a una gran diversidad de especies.

Aspectos ecológicos de los sargazos

Esta alga marina parda pertenece al género *Sargassum* (del portugués *sargaço*, nombre dado por pescadores al asemejar un racimo pequeño de uvas) y es un organismo vegetal marino que carece de un auténtico sistema vascular. Tiene una estructura de forma arbustiva (talo) dividida en sujetador (parte del talo que sirve para el anclaje del mismo en el sustrato), estipe (eje principal cilíndrico y ramificado que ayuda a la flexibilidad y rigidez del talo), filoides (estructuras fotosintéticas con apariencia de hojas) y aerocistos (estructura vegetativa que contiene gas nitrógeno y ayuda en la flotación) en la base de los filoides. La reproducción es sexual y asexual; la primera implica la producción de gametos, su fertilización y fijación de zigotos al sustrato; mientras que la segunda consiste en la regeneración de un nuevo talo a partir de un estolón (talo de años anteriores, menor a 17 cm y con pocos o sin filoides y aerocistos), llamada re-



Rayadillos aleta amarilla, *Haemulon flaviguttatum*, habitan entre los talos de sargazo.

Foto: © Alvin Suárez/NaGISA

producción vegetativa. El género cuenta con más de 550 especies distribuidas en los océanos del mundo (excepto el Ártico) y en una gran variedad de fondos o flotando libremente. Los sargazos fijos al sustrato se encuentran desde la línea de costa (zona intermareal) hasta 20 m de profundidad (zona submareal). Y los de vida libre forman parches muy densos de pocas hectáreas y de 1 a 2 m de grosor. Esta alga es un miembro importante de las comunidades costeras debido a la flotación que le proporcionan los aerocistos, su rápida tasa de crecimiento, su capacidad de reproducirse en el primer año y a sus diferentes vías reproductivas.

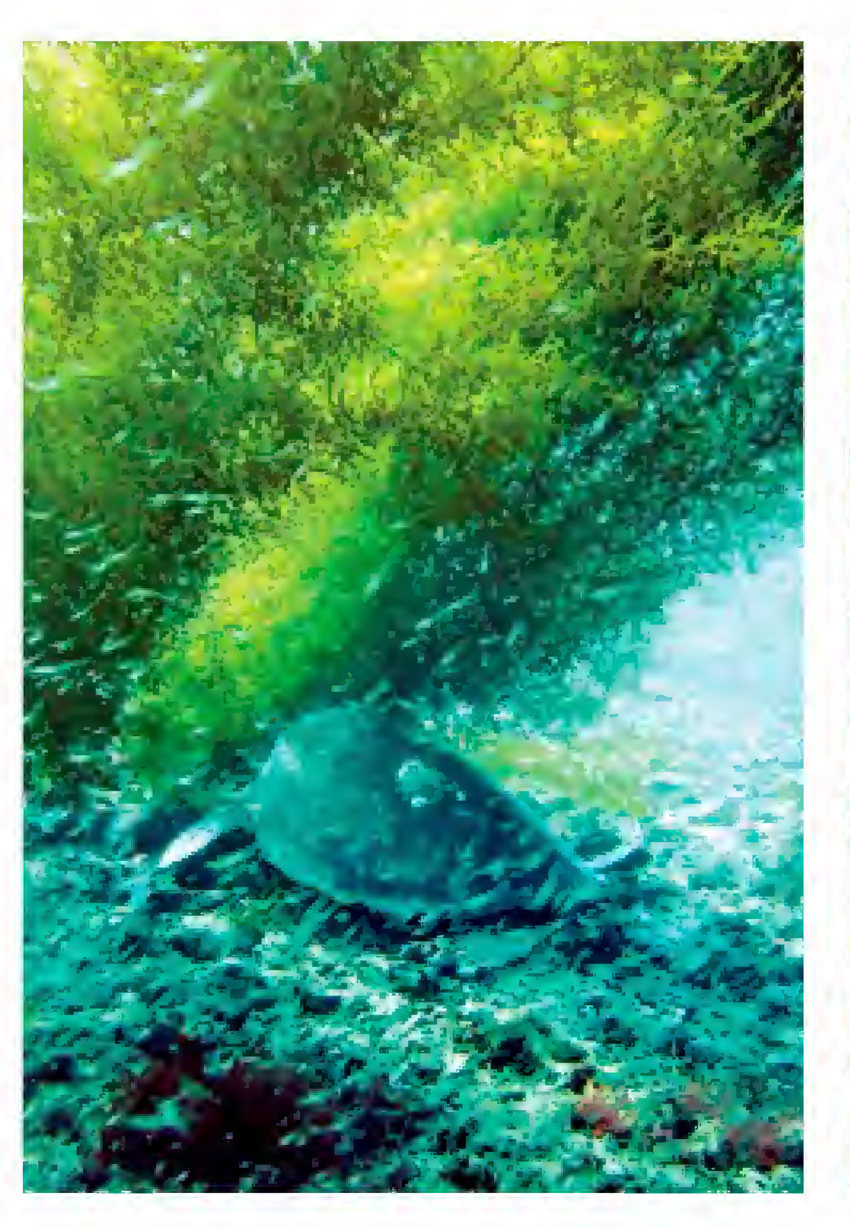
En México, los sargazos están bien representados en las costas del Golfo de México, Mar Caribe y Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. En el litoral costero de este último, *Sargassum* es el componente más notable de la flora marina que domina en cobertura y biomasa sobre otras especies de algas durante los meses fríos del agua; forma bosques submarinos de unos metros a varias hectáreas de extensión y de 0.5 m a 10 m de altura, que sobresalen en la superficie cuando llegan a su edad adulta, lo cual genera un hábitat tridimensional heterogéneo que alberga una gran variedad de organismos. Las especies que conforman los bosques son *Sargassum johnstonii*, *S. herporhizum*, *S. lapazeanum*, *S. sinicola* y *S. horridum*. El número y densidad de especies que se observan en el interior de los bosques son mucho mayores que los de zonas carentes de ellos. Ejemplos son las especies de algas, invertebrados y peces asociados a los bosques en zonas de roca-arena y otras algas fundamentales en Bahía Concepción (rodolitos) y arrecifes rocosos en Bahía de La Paz. Los sargazos son considerados elementos clave en la organización de la comunidad biológica. Sus especies asociadas (anfípodos, copépodos) presentan un patrón de variación temporal acoplado con la dinámica poblacional del alga; son la base de la cadena alimenticia (primer eslabón trófico entre los productores primarios y secundarios) y recicladores de nutrientes. Además, es posible encontrar entre ellos especies endémicas (pez azul de Cortés, *Stegastes rectifraenum*), especies con poblaciones diezmadas por sobreexplotación (madre perla, *Pinctada mazatlanica*) y bajo alguna categoría de protección a nivel nacional (Norma Oficial Mexicana-059) como el pepino café (*Isostichopus fuscus*) y los peces castañeta mexicana (*Chromis limbaughi*) y ángel rey (*Holacanthus passer*). Otras especies están bajo protección a nivel internacional por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) o listadas en la Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas (CITES, por sus siglas en inglés), como son el caballito de mar (*Hippocampus inges*) y tortugas marinas.

Parte de la fauna asociada a los sargazos constituye una fuente económica importante para las pesquerías, debido a que en ellos se encuentran recursos pesqueros (cabrillas, dorado, langosta, pargos, pepino de mar, pulpo), ornamentales (erizos y estrellas de mar, moluscos y peces) y especies de interés para la pesca (otros pepinos de mar). Todas estas especies utilizan de manera regular los bosques, habitándolos de manera permanente o en alguna etapa de su ciclo de vida. Por ello, la sola presencia de los sargazos es fundamental para garantizar la conservación de la biodiversidad y mantención de las pesquerías en la zona costera.

Una tortuga prieta, *Chelonia mydas*, descansa en los bosques de sargazo en el que encuentra un sitio seguro de refugio.

La liebre de mar de California, *Aplysia californica*, es considerada uno de los herbívoros que pueden diezmar las áreas cubiertas por *Sargassum*.

Fotos: © Alvin Suárez/PANGAS/ CICIMAR-IPN





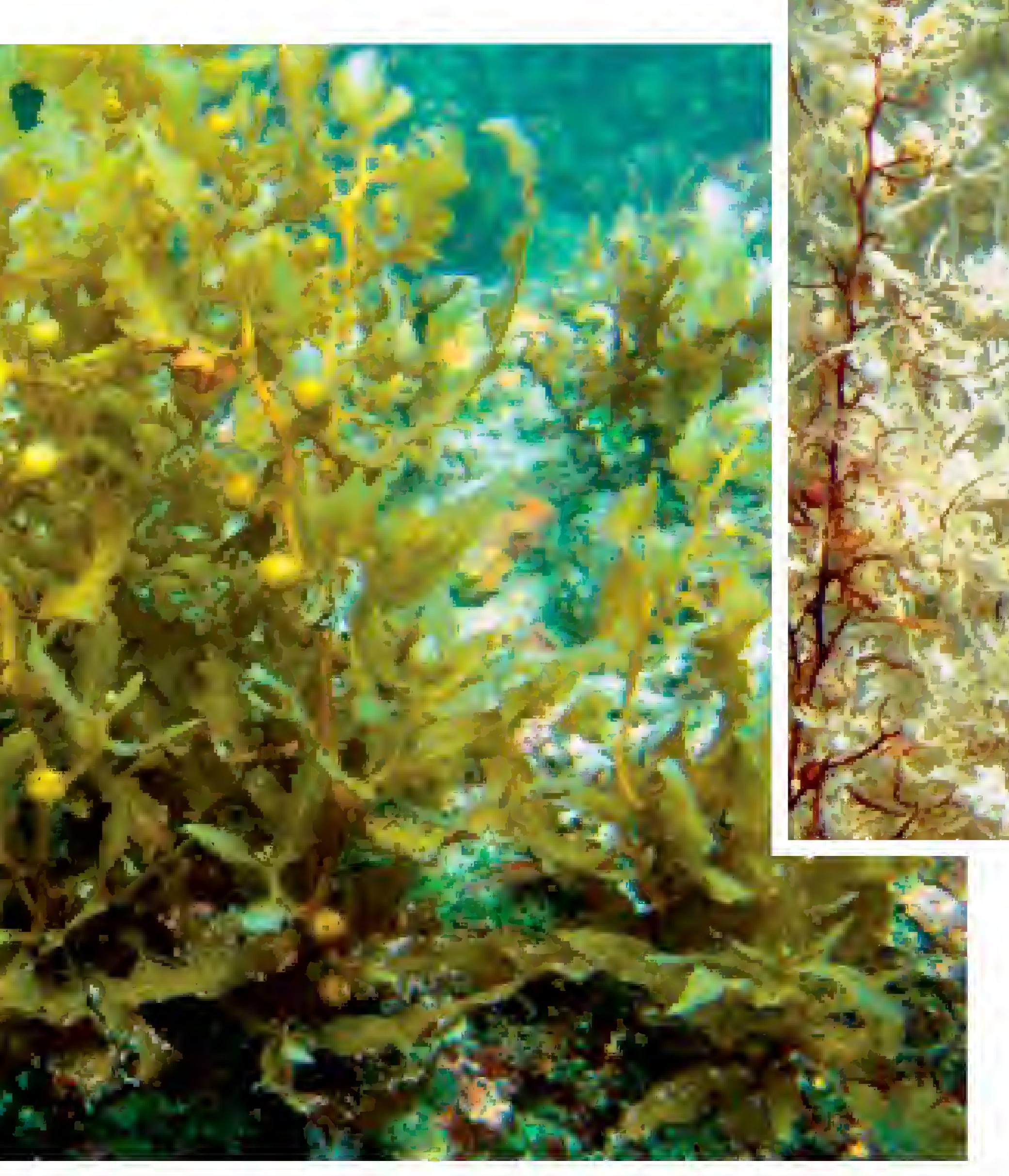
Amenazas que los afectan

Entre las principales amenazas se encuentran: actividades antropogénicas (desarrollo costero turístico e industrial y actividades pesqueras), factores físicos (modificación del sustrato, cambios de temperatura relacionadas al cambio climático), químicos (nutrientes), dinámicos (patrones de circulación del agua), biológicos (competencia por espacio con algas invasoras formadoras de bosques y alta intensidad de ramoneo por herbívoros) y al creciente interés de su explotación para su uso en la producción de alginato, de complementos alimenticios para animales y como fuente de compuestos bioactivos, entre otros. Éstos son algunos de los factores que pueden y en algunos casos ya están afectando los bosques al punto de desaparecerlos o sustituir extensas áreas locales o regionales.

Estado actual

A pesar de que no existen estudios que documenten los cambios a largo plazo de las áreas y biomasas de sargazo, las evaluaciones en localidades y tiempos específicos realizadas con fines de una posible explotación evidencian que los bosques presentan una reducción y en algunos casos una pérdida total en regiones del Golfo de California. Por ejemplo, a lo largo del litoral costero de Punta Coyote hasta Punta El Cajete en Bahía de La Paz, de 1988 a 2011, las áreas con *Sargassum* se redujeron en casi 30% y su biomasa disminuyó en poco más de 84%. Otro ejemplo es el de la Reserva de la Biosfera Isla San Pedro Mártir (RBISPM), la cual tenía una gran cobertura de sargazo a su alrededor en los años ochenta, posiblemente unas cuantas decenas de hectáreas, y en los años 2010-2011 menos de dos hectáreas. La obtención de estos resultados fue posible al comparar las evaluaciones actuales *in situ* con la información previamente publicada o declaraciones de pescadores locales y el uso del sistema de información geográfica.

La variación interanual de *Sargassum* spp. (biomasa) se debe a los cambios en las condiciones del océano (temperatura y nutrientes). Se infiere que el posible impacto en algunas regiones del Golfo de California por algas invasoras (*Acanthophora spicifera*) —que entran en competencia por espacio y que logran la sustitución de especies nativas dominantes (*Sargassum*) en la comunidad— es quizá una de las causas de la pérdida del hábitat. Otra posible causa es la intensa actividad de ramoneo que ejercen algunos invertebrados herbívoros (liebre de mar de California, *Aplysia californica,* y erizo café, *Tripneustes depressus*) sobre *Sargassum*. Esta actividad se ha incrementado debido a la extracción excesiva de de-



El pez cabrilla extranjera, *Paralabrax maculatofasciatus*, bien camuflado, apenas se distingue en medio del *Sargassum*.

Foto: © Alvin Suárez/PANGAS/CICIMAR-IPN

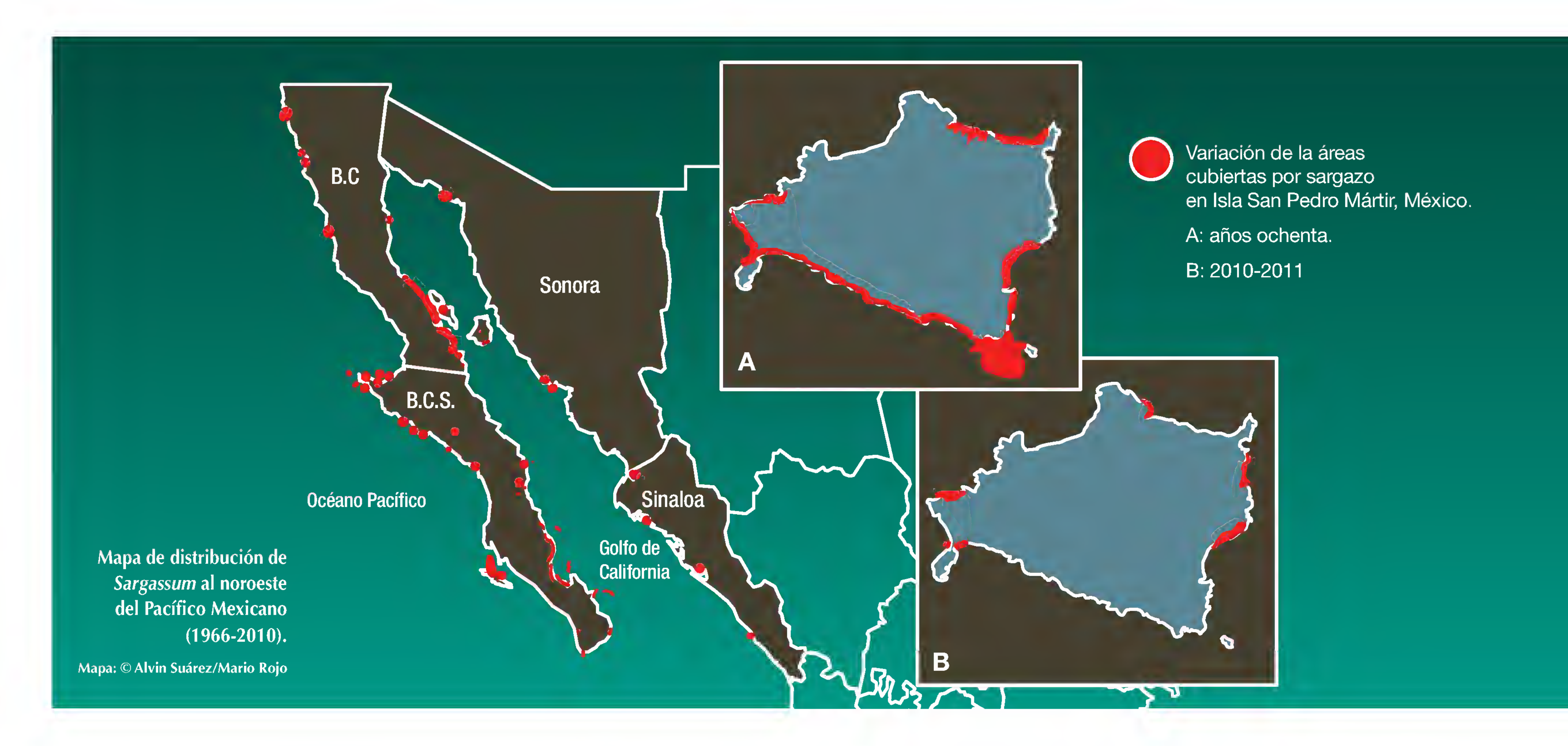
predadores (generalmente peces de alto valor comercial) que controlan a estos herbívoros.

Tomando en cuenta la estrecha relación que existe entre *Sargassum* y muchas de las especies que lo habitan en las costas rocosas o flotando libremente en las aguas del Golfo de California, es muy probable que la reducción de *Sargassum* ponga en riesgo la riqueza de especies del lugar, pues se perdería uno de los sitios principales de alimentación (directo e indirecto), refugio y desarrollo para las especies en sus etapas críticas. El impacto se vería reflejado en la modificación de la estructura comunitaria de los productores primarios, que a su vez altera la de los consumidores secundarios, y en las redes tróficas a todos niveles. Además, podrían verse afectadas las actividades pesqueras por una pérdida de recursos pesqueros, lo que a su vez representaría una afectación en el bienestar económico y calidad de vida de las comunidades pesqueras locales de la región. La evidencia sobre la reducción/desaparición de algunas áreas de sargazo indica que el estado de conservación actual muestra señales de deterioro en el Golfo de California. Sin embargo, es posible implementar acciones para monitorear, proteger y conservar los sargazos, así como para contrarrestar su pérdida en algunos sitios (restauración del hábitat).

Conservación de los sargazos

A pesar de que se ha documentado escasamente la importancia de los sargazos, éstos han sido reconocidos y nombrados como un hábitat crítico en la zona costera del Golfo de California dentro del análisis de vacíos y omisiones en conservación, de acuerdo con el estudio de CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA de 2007. Los primeros estímulos para su conservación empezaron hace una década cuando fueron tomados en cuenta como un indicador de la diversidad de las comunidades marinas para el diseño de una red de áreas costeras protegidas. Los esfuerzos continuaron en años posteriores al generarse información sobre su importancia para el reclutamiento de recursos pesqueros y para el incremento de la diversidad de comunidades en zonas rocosas. A partir de 2007 se han realizado una serie de esfuerzos encaminados a conocer y conservar los bosques a nivel regional. Por ejemplo, uno de los objetos de conservación para la RBISPM son los bosques de sargazo, el cual fue reconocido en 2010 como el más importante para su sostenibilidad financiera. En 2011 se consideró necesario su monitoreo en otras áreas marinas protegidas (Parque Nacional Bahía de Loreto) y en sitios costeros y de margen continental prioritarios para la conservación marina, como son Bahía Concepción, Isla Tiburón y el Corredor San Cosme-Punta Coyote, y la Región de las Grandes Islas.

Este artículo forma parte del esfuerzo interinstitucional que está realizándose en el Golfo de California por la urgente necesidad de crear conciencia, generar información y unir esfuerzos para conservar uno de los hábitats costeros clave para la región, como lo son los bosques de sargazo.



Mapa de distribución de *Sargassum* al noroeste del Pacífico Mexicano (1966-2010).
Mapa: © Alvin Suárez/Mario Rojo

Bibliografía

Aburto Oropeza O., E. Sala, G. Paredes, A. Mendoza y E. Ballesteros. 2007. "Predictability of Reef Fish Recruitment in a Highly Variable Nursery Habitat", en *Ecology* 88(9): 2220-2228.

Aburto Oropeza, O. y C. López Sagástegui. 2006. *Red de reservas marinas del Golfo de California: una compilación de los esfuerzos de conservación*. México, Greenpeace.

Brusca, R.C., L.T. Findley, P.A. Hastings, M.E. Hendrickx, J. Torre-Cosio y A.M. Van Der Heiden. 2005. "Macrofaunal Diversity in the Gulf of California", en J.E. Cartron, G. Ceballos y R.E. Felger (eds.), *Biodiversity, Ecosistems, and Conservation in Northern Mexico*. Nueva York, Oxford University Press, pp. 179-202.

Casas Valdez, M., H. Hernández Contreras, A. Marín R.N. Águila Ramírez, C.J. Hernández Guerrero, I. Sánchez Rodríguez y S. Carrillo Domínguez. 2006. "El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino", en *Revista de Biología Tropical* 54 (1): 83-92.

CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México. Pronatura, A.C.

Diario Oficial de la Federación. 2004. "Carta Nacional Pesquera".

Foster, M.S., L.M. McConnico, L. Lundsten, T. Wadsworth, T. Kimball, L.B. Brooks, M. Medina López, R. Riosmena Rodríguez, G. Hernández Carmona, R. Vasquez Elisando, S. Johnson y D.K. Steller. 2007. "The Diversity and Natural History of *Lithothamnion muelleri-Sargassum horridum* Community in the Gulf of California", en *Ciencias Marinas* 33(4): 367-384.

Galli Oliver, C., y F. García Domínguez. 1982. "Dispersión de sedimentos por *Sargassum sinicola*, Barra El Mogote, La Paz, Baja California Sur, México", en *Investigaciones Marinas CICIMAR* 1-16.

Graham, J.E. y L.E. Wilcox. 2000. *Algae*. Upper Saddle River, Prentice Hall.

Hernández Carmona, G., M.M. Casas Valdez, C. Fajardo León, I. Sánchez Rodríguez y E. Rodríguez Montesinos. 1990. "Evaluación de *Sargassum* spp. en la Bahía de La Paz, B.C.S., México", en *Investigaciones Marinas CICIMAR* 5(1): 11-18.

Instituto Nacional de la Pesca. 2008. "Especies marinas de ornato del Golfo de California", en http//:inp.sagarpa.gob.mx/Publicaciones/Sustentabilidad/Potencial/ORNATO.pdf. Consultado el 1 de noviembre de 2008.

Paul Chávez, L. 2005. *Taxonomía y dinámica poblacional del complejo sinicola (Fucales: Phaeophyta) para el suroeste del Golfo de California*. Tesis de doctorado. La Paz, CICIMAR-IPN.

Rivera, M., y R. Scrosati. 2006. "Population Dynamics of *Sargassum lapazeanum* (Fucales, Phaeophyta) from The Gulf of California, Mexico", en *Phycologia* 45(2): 178-189.

Sala, E., O. Aburto Oropeza, G. Paredes, I. Parra, J.C. Barrera y P.U. Dayton. 2002. "A General Model for Designing Networks of Marine Reserves", en *Science* 298: 1991-1993.

SEMARNAT. 2006. *Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California*. México, Discover Editorial Group.

Suárez Castillo, A.N. 2008. "Fauna asociada a mantos de *Sargassum* (Ochrophyta: Fucales) en El Sauzoso, Baja California Sur, México". Tesis de maestría. La Paz, CICIMAR-IPN.

Ulloa, R., J. Torre, L. Bourillón, A. Gondor y A. Alcanzar. 2006. *Planeación ecorregional para la Conservación Marina: Golfo de California y Costa Occidental de Baja California Sur. Informe final a The Nature Conservancy*. México, Comunidad y Biodiversidad, A.C.

[1] * Programa de Investigación en Botánica Marina, Departamento Académico de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, sargassumgc@gmail.com
[2] Comunidad y Biodiversidad, A.C., Guaymas, Sonora.
[3] Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Sisal, Sisal, Yucatán.
[4] Sociedad de Historia Natural Niparajá, La Paz, Baja California Sur.
[5] School of Natural Resources, University of Arizona, Tucson, Arizona.
[6] Gulf of California Marine Program, Center for Marine Biodiversity and Conservation–Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego.
[7] Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Guaymas, Sonora.

Súmate y participa con nosotros



Semana de la Diversidad Biológica

Agua y diversidad biológica

Día internacional de la diversidad biológica

mayo

lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo
20	21	22	23	24	25	26

Invitamos a instituciones de la sociedad civil, de la academia y del gobierno a sumarse con sus propias actividades para celebrar la 3ª Semana de la Diversidad Biológica con el tema: Agua y diversidad biológica

Ponemos a tu disposición recursos didácticos y audiovisuales para grandes y pequeños:
Videos - Exposiciones - Audios - Ciencia ciudadana - Cuentos

¡Celebraremos a los otros usuarios del agua: plantas acuáticas, insectos, moluscos, peces endémicos, ajolotes, ranas y sapos, cocodrilos…y muchos más!

Consulta el calendario y sedes en:
www.biodiversidad.gob.mx/SDB

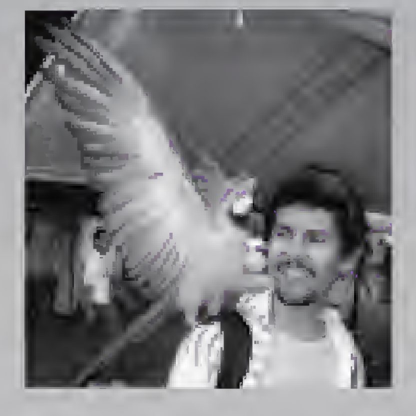


El sitio que promueve la afición por la fotografía de la naturaleza, da a conocer en este espacio la imagen ganadora del mes de noviembre de 2012 y a su autor.



¡Tú también puedes participar! Visita
www.mosaiconatura.net

Rayo, Puerto Vallarta, Jalisco



Nombre: Iván Jiménez

Trayectoria profesional: Iván estudia la licenciatura de biología en la Universidad de Guadalajara (UdG). Hace cinco años inició su trabajo fotográfico documentando bodas, posteriormente en el campo del periodismo, alimentación y publicidad. Más tarde decidió enfocarse a la fotografía de la naturaleza, lo cual le ha generado una gran satisfacción: desde planear una salida al campo, hasta el momento de revisar y evaluar las tomas. Su participación en un concurso de fotografía de aves en la UdG motivó en Iván mayor interés porque cree que la fotografía es un medio sencillo para lograr que las personas admiren y aprecien la naturaleza que tenemos en el planeta.

Contacto: ivnjimenez@live.com.mx

La biodiversidad en Guanajuato Estudio de Estado, volúmenes I y II

La intención de esta obra compilatoria, coeditada por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato y la CONABIO, además de promover la conservación de la biodiversidad y conocer su situación actual, es la de formar alianzas con instituciones que comparten intereses comunes en la conservación del capital natural de Guanajuato. Para ello se compilaron 142 contribuciones organizadas en 11 capítulos, con la participación de 243 autores pertenecientes a 48 instituciones académicas, centros de investigación y entidades gubernamentales nacionales y estatales, además de autores independientes. Cada capítulo contiene contribuciones eje y estudios de caso, fotografías, gráficas, mapas, cuadros, listados de especies, referencias bibliográficas y anexos.

Se emplearon 23 234 registros provenientes del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México de la CONABIO, que correspondieron a 84% del total de las especies compiladas, cuya información fue complementada con la obtenida de bases de datos de colecciones científicas nacionales e internacionales, herbarios, publicaciones y datos personales de los autores.









La misión de la CONABIO es promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Sigue las actividades de CONABIO a través de Twitter y Facebook







Biodiversitas es de distribución gratuita. Prohibida su venta.

Los artículos reflejan la opinión de sus autores y no necesariamente la de la CONABIO.
El contenido de *Biodiversitas* puede reproducirse siempre que se citen la fuente y el autor.
Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor: 04-2005-040716240800-102. Número de Certificado de Licitud de Título: 13288. Número de Certificado de Licitud de Contenido: 10861.

EDITOR RESPONSABLE: Fulvio Eccardi Ambrosi
DISEÑO: Tools Soluciones
CUIDADO DE LA EDICIÓN: Adriana Cataño y Leticia Mendoza
PRODUCCIÓN: Gaia Editores, S.A. de C.V.
IMPRESIÓN: Editorial Impresora Apolo, S.A. de C.V.

fulvioeccardi@gmail.com • biodiversitas@xolo.conabio.gob.mx
COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD
Liga Periférico-Insurgentes Sur 4903, Parques del Pedregal, Tlalpan 14010 México, D.F.
Tel. 5004-5000, www.conabio.gob.mx Distribución: nosotros mismos